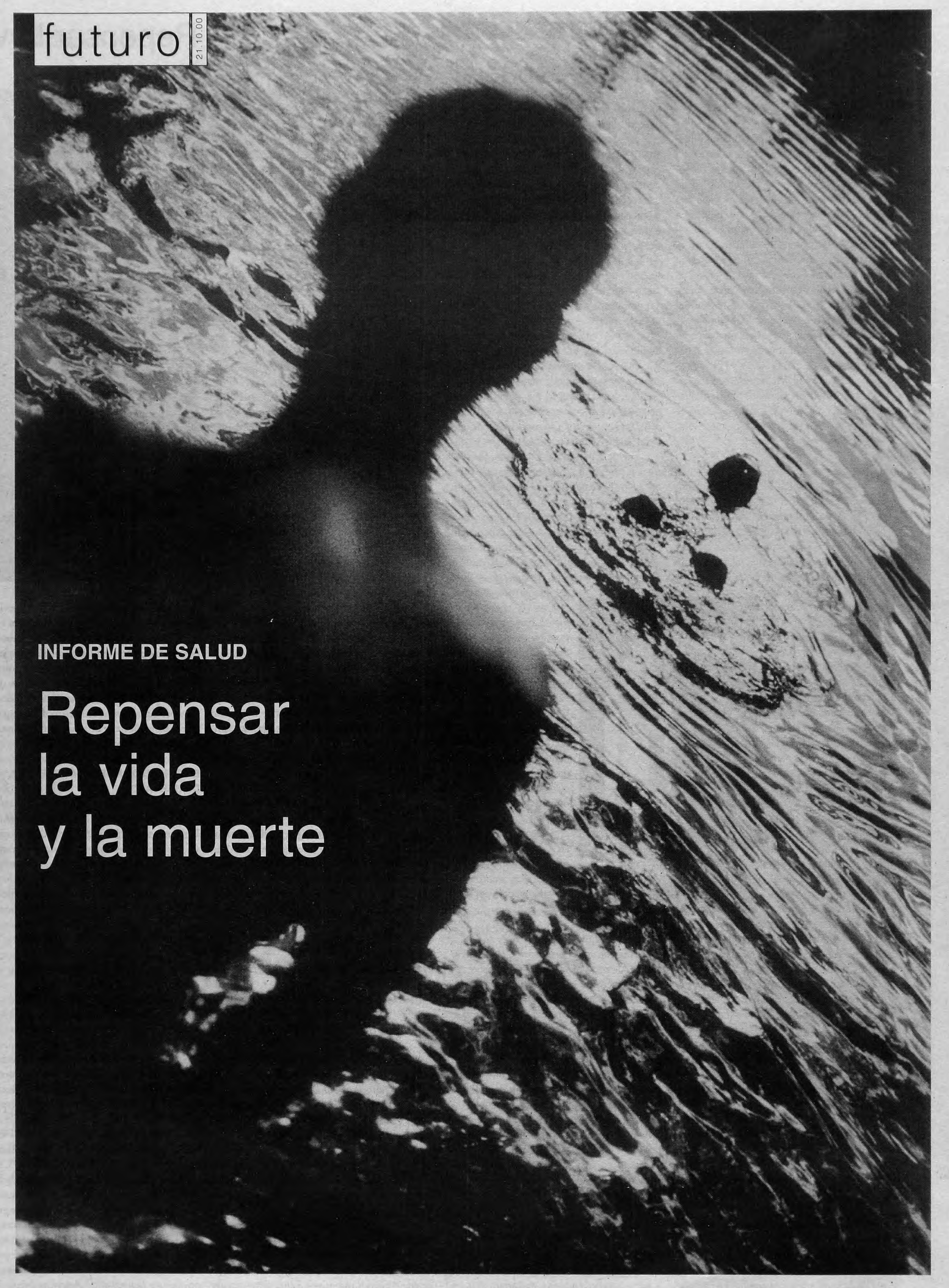


INFORME DE SALUD

Repensar la vida y la muerte

La búsqueda de una línea divisoria que delimite la frontera entre la vida y la muerte es un terreno de debate en el que se mezclan argumentos éticos, científicos, económicos y religiosos. En la entrega mensual de **Futuro** dedicada a salud se aborda el proceso que culminó con el establecimiento del criterio de muerte cerebral, así como también algunas de las contradicciones que han salido a la luz con el avance de las ciencias biológicas.

TRANSBORDADORES ESPACIALES: EL DISCOVERY

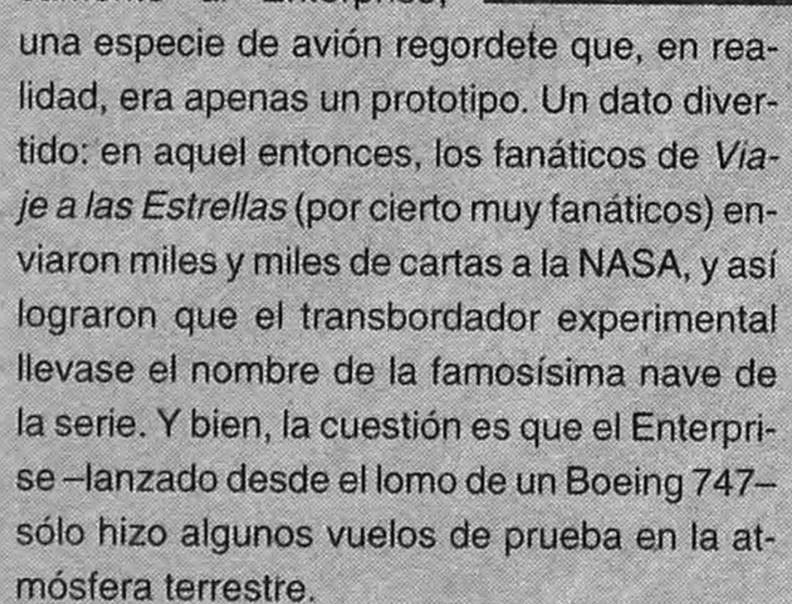
Los 100 viajes del taxi-espacial

POR MARIANO RIBAS

Durante las últimas dos décadas, los transbordadores espaciales han sido la cara más visible de la carrera espacial. En sus primeros tiempos, estas naves mitad avión, mitad cohete eran toda una sensación, y cada uno de sus lanzamientos era seguido con mucha atención por todos los medios gráficos y audiovisuales del planeta. Pero a esta altura, la verdad, ya no nos llaman tanto la atención: claro, es comprensible, porque la aventura de los "taxis espaciales" está cumpliendo su episodio número 100. Ahora mismo, el Discovery y su tripulación están por finalizar una impecable tarea de ampliación y mejora de la gran Estación Espacial Internacional. Y según parece –a pesar de que la NASA ya está diseñando toda una nueva generación de vehículos más modernos–, los viejos transbordadores seguirán cumpliendo todo tipo de tareas durante, por lo menos, diez años más. Veamos entonces parte de su historia.

LA IDEA

A fines de la década del sesenta, el planeta entero celebraba la hazaña del Apolo XI, pero en la NASA no todo eran festejos. Muchos científicos y técnicos de la agencia espacial norteamericana comenzaron a preocuparse muy seriamente por los altísimos costos de cada una de las misiones: los cohetes eran carísimos, y en cada viaje había que utilizar uno nuevo. Cientos o miles de millones de dólares se volaban, literalmente, con cada despegue. Esta política de *use y tire* no tenía mucho futuro, especialmente cuando se trataba de poner simples satélites en órbita, algo casi rutinario aun en aquellos tiempos. Así nació la idea de construir un "vehículo reutilizable", capaz de ir al espacio y regresar lo más entero posible. Unos años más tarde, la idea pasó del tablero de diseño a la realidad: en 1976, la NASA presentó orgullosamente al Enterprise, una especie de avión regordete que, en realidad, era apenas un prototipo. Un dato divertido: en aquel entonces, los fanáticos de *Viaje a las Estrellas* (por cierto muy fanáticos) enviaron miles y miles de cartas a la NASA, y así lograron que el transbordador experimental llevase el nombre de la famosísima nave de la serie. Y bien, la cuestión es que el Enterprise –lanzado desde el lomo de un Boeing 747– sólo hizo algunos vuelos de prueba en la atmósfera terrestre.



SE ARMA LA FLOTA

Después de algunas demoras, problemas técnicos y económicos, la NASA finalizó la construcción del primer transbordador espacial verdadero: el 12 de abril de 1981, el Columbia despegó desde Cabo Kennedy, llevando al espacio a dos astronautas. El histórico lanzamiento fue presenciado por más de un millón de personas en el lugar, y otros cientos de millones más, desparramados por el mundo, que lo vieron por televisión. Ese viaje inaugural apenas duró dos días y culminó cuando el Columbia aterrizó suavemente en una pista del desierto de Mohave, en California. La nave de ida y vuelta ya era una realidad. En 1983, después de varias misiones del Columbia, le llegó el turno al Challenger. Luego se sumaron el Discovery (1984) y el Atlantis (1985). El último integrante de la flota de transbordadores, un poco más moderno que sus hermanos, fue el Endeavour, estrenado a principios de los noventa.

GRANDES HITOS Y UNA TRAGEDIA

Desde sus comienzos, la agenda de los transbordadores y sus astronautas estuvo repleta: pusieron decenas de satélites órbita (y se recuperaron otros para repararlos), lanzaron varias sondas interplanetarias, realizaron observaciones astronómicas y experimentos de lo más variados, e incluso, estudiaron el funcionamiento del cuerpo humano en el espacio (algo fundamental a la hora de planificar estaciones espaciales y futuros viajes tripulados a Marte o a la Luna).

Revisando un poco el historial del centenar de misiones, nos encontramos con varios hitos: en 1989, el Atlantis lanzó al espacio las sondas Magallanes (que partió rumbo a Venus), y luego a la Galileo, que arribó a Júpiter en 1995, y que todavía sigue allí, estudiando al gigante gaseoso y a su espectacular séquito de lunas. Cuatro años más tarde, el Endeavour partió con sus siete astronautas para corregir la "miopía" del Telescopio Espacial Hubble (luego hubo otras dos misiones de mantenimiento), y en 1995 se produjo el histórico acoplamiento entre el Atlantis y la Mir (la gloriosa estación espacial cuya suerte ahora pende de un hilo). También hubo una página para lo emotivo: en octubre de 1998, el legendario John Glenn volvió al espacio, convirtiéndose en el astronauta más viejo de la historia (77 años). Finalmente, comenzó la construcción de la demorada Estación Espacial Internacional. Pero esta breve reseña no puede dejar pasar por alto la tragedia del Challenger: durante la mañana del 28 de enero de 1986, y apenas a 74 segundos del despegue, la nave estalló en el aire (por culpa de una fuga en uno de sus tanques), y sus siete astronautas murieron, entre ellos, una maestra. La conmoción, lógicamente, fue enorme, y detuvo al programa de los transbordadores por más de dos años.



PRESENTE Y FUTURO

Es hora de volver al presente, y también al futuro. Ahora, la prioridad de los transbordadores es acelerar la construcción de la Estación Espacial Internacional (ISS, su sigla en inglés), un emprendimiento monstruoso que une a casi todas las potencias mundiales. Es más, en apenas unas semanas, una de estas naves llevará a la primera tripulación estable. Por ahora, esta base orbital sólo cuenta con unos pocos módulos, pero cuando esté lista será realmente impresionante: una especie de tren de más de 100 metros de largo, con habitáculos para decenas de astronautas, laboratorios, y unos enormes paneles solares que la abastecerán de energía. La ISS será tan grande que se convertirá en el objeto más brillante del cielo nocturno, después de la Luna.

En estos cien viajes, los taxis espaciales han llevado al espacio a más de 260 astronautas, y han transportado cerca de mil quinientas toneladas de carga (entre equipos, satélites y observatorios, incluyendo al Hubble). Y aunque todavía tienen cuerda para rato, se jubilarán hacia el 2010, cuando sean reemplazados por un segunda generación de naves reutilizables. Los más nostálgicos, sin dudas, vamos a extrañarlos, recordando aquella primera fascinación que sentimos de chicos, al verlos despegar, en medio de enormes columnas de humo.

Repensar la vi

POR AGUSTIN BIASOTTI

La lectura de la crónica *Weeping Father Pulls Gun, Stops Infants Life support*, publicada en el diario *Los Angeles Times* del 27 de abril de 1989, deja un sabor amargo y contradictorio. Esta relata el desesperado accionar de Rudy Linares, un pintor de Chicago que a punta de pistola mantuvo a raya a un grupo de médicos y enfermeras mientras desconectaba el respirador artificial que desde hacía ocho meses mantenía vivo en estado de coma a Samuel, su hijo.

Más allá de lo anecdótico, la historia consignada en esta crónica periodística es uno de los tantos casos que actualmente no hallan respuesta en el criterio de muerte cerebral, criterio que para declarar muerto a un individuo exige que hayan cesado irreversiblemente todas sus funciones cerebrales. A la luz de distintos descubrimientos científicos, dicho criterio, elaborado en 1968 por un comité de expertos de la Facultad de Medicina de Harvard, ha mostrado ciertas fisuras y contradicciones que demandan un replanteo del marco conceptual que –para los usos de la medicina– indica cuándo termina la vida, o en otras palabras, cuándo comienza la muerte.

DEL RESPIRADOR ARTIFICIAL AL TRASPLANTE DE CORAZÓN

Fue en medio de la epidemia de poliomielitis que se extendió por el planeta en la década del cincuenta la noticia de que un médico danés tuvo la brillante idea de inventar el respirador artificial: al ver que los niños con polio morían por no poder respirar, se le ocurrió utilizar bolsas de aire para bombear oxígeno a los pulmones de los pequeños. Cuenta la historia que durante una semana todos los estudiantes y todas las enfermeras de la Facultad de Medicina de Copenhague (Dinamarca) bombearon manualmente aire en los pulmones de niños con polio. Finalmente, estudiantes y enfermeras pudieron descansar cuando el ingenioso médico decidió incorporar una bomba de aire a la bolsa de aire.

Como era de esperar, el invento fue aceptado por todos los hospitales del planeta. Es incontable la cantidad de personas que desde aquel entonces salvaron sus vidas gracias al respirador artificial: víctimas de accidentes, personas con sobredosis de drogas o diabéticos que habían caído en coma..., pero no todos los beneficiarios de esta nueva tecnología fueron pacientes que tan sólo necesitaban una asistencia respiratoria

"Cualquier nivel que elijamos para denominar la muerte es una decisión arbitraria." Henry Beecher, presidente del Comité de muerte cerebral de Harvard, en un discurso ante la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia.

por un tiempo limitado. Como escribe el polémico filósofo y bioeticista australiano Peter Singer en su libro *Repensar la vida y la muerte* (Editorial Paidós, 1997), "a otros pacientes el respirador les aportó un beneficio mucho más dudoso: seguían vivos y sus corazones continuaban latiendo, pero estaban inconscientes y parecía que iban a seguir de este modo".

"¿Durante cuánto tiempo podía continuar esto? Con nuevas máquinas capaces de bombear aire a los pulmones indefinidamente, no parecía haber un límite. La utilización de respiradores en pacientes que habían perdido el conocimiento de forma irreversible se estaba convirtiendo en un problema para los jefes de unidades de cuidados intensivos. Empezaron a tener pesadillas con salas llenas de pacientes irreversiblemente inconscientes, en las que cada uno necesitaba no sólo un respirador y una cama, sino también una asistencia médica especializada."

Entonces otra noticia sacudió al mundo: en diciembre de 1967 el cirujano Christian Baarnard realizó el primer trasplante de corazón humano. Si bien Louis Washkansky, el paciente trasplantado murió a los ocho días de la intervención, al año ya se habían llevado a cabo más de cien trasplantes cardíacos. Según Singer, "el nuevo furor por los trasplantes de corazón proporcionó un nuevo impulso a los intentos de resolver el problema que se venía perfilando lentamente desde hacía más de una década: ¿cuándo es razonable dejar de tratar a una persona conectada a un respirador".



EL COMITE DE MUERTE CEREBRAL DE HARVARD

Poco antes de la operación de Baarnard, Henry Beecher, el presidente del comité de la Universidad de Harvard encargado de supervisar la ética de los ensayos clínicos, le escribió una carta a Robert Ebert, decano de la Facultad de Medicina de Harvard, en la que le contaba que tras conversar con el cirujano Joseph Murray –pionero en trasplantes de riñón del Hospital General de Massachusetts– se había convencido de que era necesario reconsiderar la definición de muerte. "Todos los grandes hospitales están repletos de pacientes que esperan donantes idóneos", argumentaba Beecher.

La respuesta del decano se demoró. Pero al mes de la noticia del primer trasplante de corazón, Ebert puso a Beecher al frente del "Comité Ad Hoc de la Facultad de Medicina de Harvard para examinar la definición de muerte cerebral", más conocido como el Comité de muerte cerebral de Harvard. Integrado por diez médicos, un historiador, un abogado y un teólogo, el comité deliberó con agilidad, para publicar en agosto de 1968 sus conclusiones en el prestigioso *Journal of the American Medical Association* (JAMA). "Nuestro principal objetivo es definir el coma reversible como un nuevo criterio de muerte." Hay dos razones por las que es necesaria una definición:

1. Los avances en los métodos de resucitación y mantenimiento de la vida han dado como resultado esfuerzos cada vez mayores por salvar a aquellos que sufren lesiones graves. A veces es-

TRANSBORDADORES ESPACIALES: EL DISCOVERY

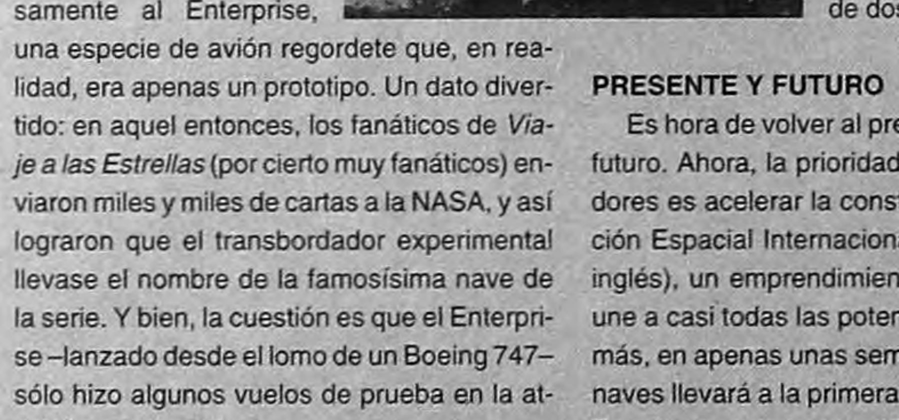
Los 100 viajes del taxi-espacial

POR MARIANO RIBAS

Durante las últimas dos décadas, los transbordadores espaciales han sido la cara más visible de la carrera espacial. En sus primeros tiempos, estas naves mitad avión, mitad cohete eran toda una sensación, y cada uno de sus lanzamientos era seguido con mucha atención por todos los medios gráficos y audiovisuales del planeta. Pero a esta altura, la verdad, ya no nos llaman tanto la atención: claro, es comprensible, porque la aventura de los "taxis espaciales" está cumpliendo su episodio número 100. Ahora mismo, el Discovery y su tripulación están por finalizar una impecable tarea de ampliación y mejora de la gran Estación Espacial Internacional. Y según parece –a pesar de que la NASA ya está diseñando toda una nueva generación de vehículos más modernos–, los viejos transbordadores seguirán cumpliendo todo tipo de tareas durante, por lo menos, diez años más. Veamos entonces parte de su historia.

LA IDEA

A fines de la década del sesenta, el planeta entero celebraba la hazaña del Apolo XI, pero en la NASA no todo eran festejos. Muchos científicos y técnicos de la agencia espacial norteamericana comenzaron a preocuparse muy seriamente por los altísimos costos de cada una de las misiones: los cohetes eran carísimos, y en cada viaje había que utilizar uno nuevo. Cientos o miles de millones de dólares se volaban, literalmente, con cada despegue. Esta política de *use y tire* no tenía mucho futuro, especialmente cuando se trataba de poner simples satélites en órbita, algo casi rutinario aun en aquellos tiempos. Así nació la idea de construir un "vehículo reutilizable", capaz de ir al espacio y regresar lo más enterito posible. Unos años más tarde, la idea pasó del tablero de diseño a la realidad: en 1976, la NASA presentó orgullosamente al Enterprise, una especie de avión regordete que, en realidad, era apenas un prototipo. Un dato divertido: en aquel entonces, los fanáticos de *Viaje a las Estrellas* (por cierto muy fanáticos) enviaron miles y miles de cartas a la NASA, y así lograron que el transbordador experimental llevase el nombre de la famosísima nave de la serie. Y bien, la cuestión es que el Enterprise –lanzado desde el lomo de un Boeing 747– sólo hizo algunos vuelos de prueba en la atmósfera terrestre.



SE ARMA LA FLOTA

Después de algunas demoras, problemas técnicos y económicos, la NASA finalizó la construcción del primer transbordador espacial verdadero: el 12 de abril de 1981, el Columbia despegó desde Cabo Kennedy, llevando al espacio a dos astronautas. El histórico lanzamiento fue presenciado por más de un millón de personas en el lugar, y otros cientos de millones más, desparramados por el mundo, que lo vieron por televisión. Ese viaje inaugural apenas duró dos días y culminó cuando el Columbia aterrizó suavemente en una pista del desierto de Mohave, en California. La nave de ida y vuelta ya era una realidad. En 1983, después de varias misiones del Columbia, le llegó el turno al Challenger. Luego se sumaron el Discovery (1984) y el Atlantis (1985). El último integrante de la flota de transbordadores, un poco más moderno que sus hermanos, fue el Endeavour, estrenado a principios de los noventa.

GRANDES HITOS Y UNA TRAGEDIA

Desde sus comienzos, la agenda de los transbordadores y sus astronautas estuvo repleta: pusieron decenas de satélites órbita (y se recuperaron otros para repararlos), lanzaron varias sondas interplanetarias, realizaron observaciones astronómicas y experimentos de lo más variados, e incluso, estudiaron el funcionamiento del cuerpo humano en el espacio (algo fundamental a la hora de planificar estaciones espaciales y futuros viajes tripulados a Marte o a la Luna).

Revisando un poco el historial del centenar de misiones, nos encontramos con varios hitos: en 1989, el Atlantis lanzó al espacio las sondas Magallanes (que partió rumbo a Venus), y luego a la Galileo, que arribó a Júpiter en 1995, y que todavía sigue allí, estudiando al gigante gaseoso y a su espectacular séquito de lunas. Cuatro años más tarde, el Endeavour partió con sus siete astronautas para corregir la "miopía" del Telescopio Espacial Hubble (luego hubo otras dos misiones de mantenimiento), y en 1995 se produjo el histórico acoplamiento entre el Atlantis y la Mir (la gloriosa estación espacial cuya suerte ahora pende de un hilo). También hubo una página para lo emotivo: en octubre de 1998, el legendario John Glenn volvió al espacio, convirtiéndose en el astronauta más viejo de la historia (77 años). Finalmente, comenzó la construcción de la demorada Estación Espacial Internacional. Pero esta breve reseña no puede dejar pasar por alto la tragedia del Challenger: durante la mañana del 28 de enero de 1986, y apenas a 74 segundos del despegue, la nave estalló en el aire (por culpa de una fuga en uno de sus tanques), y sus siete astronautas murieron, entre ellos, una maestra. La conmoción, lógicamente, fue enorme, y detuvo al programa de los transbordadores por más de dos años.

PRESENTE Y FUTURO

Es hora de volver al presente, y también al futuro. Ahora, la prioridad de los transbordadores es acelerar la construcción de la Estación Espacial Internacional (ISS, su sigla en inglés), un emprendimiento monstruoso que une a casi todas las potencias mundiales. Es más, en apenas unas semanas, una de estas naves llevará a la primera tripulación estable. Por ahora, esta base orbital sólo cuenta con unos pocos módulos, pero cuando esté lista será realmente impresionante: una especie de tren de más de 100 metros de largo, con habitáculos para decenas de astronautas, laboratorios, y unos enormes paneles solares que la abastecerán de energía. La ISS será tan grande que se convertirá en el objeto más brillante del cielo nocturno, después de la Luna.

En estos cien viajes, los taxis espaciales han llevado al espacio a más de 260 astronautas, y han transportado cerca de mil quinientas toneladas de carga (entre equipos, satélites y observatorios, incluyendo al Hubble). Y aunque todavía tienen cuerda para rato, se jubilarán hacia el 2010, cuando sean reemplazados por un segunda generación de naves reutilizables. Los más nostálgicos, sin dudas, vamos a extrañarlos, recordando aquella primera fascinación que sentimos de chicos, al verlos despegar, en medio de enormes columnas de humo.

Repensar la vida y la muerte

POR AGUSTIN BIASOTTI

La lectura de la crónica *Weeping Father Pulls Gun, Stops Infants Life support*, publicada en el diario *Los Angeles Times* del 27 de abril de 1989, deja un sabor amargo y contradictorio. Esta relata el desesperado accionar de Rudy Linares, un pintor de Chicago que a punta de pistola mantuvo a raya a un grupo de médicos y enfermeras mientras desconectaba el respirador artificial que desde hacía ocho meses mantenía vivo en estado de coma a Samuel, su hijo.

Más allá de lo anecdótico, la historia consignada en esta crónica periodística es uno de los tantos casos que actualmente no hallan respuesta en el criterio de muerte cerebral, criterio que para declarar muerto a un individuo exige que hayan cesado irreversiblemente todas sus funciones cerebrales. A la luz de distintos descubrimientos científicos, dicho criterio, elaborado en 1968 por un comité de expertos de la Facultad de Medicina de Harvard, ha mostrado ciertas fisuras y contradicciones que demandan un replanteo del marco conceptual que –para los usos de la medicina– indica cuándo termina la vida, o en otras palabras, cuándo comienza la muerte.

DEL RESPIRADOR ARTIFICIAL AL TRASPLANTE DE CORAZÓN

Fue en medio de la epidemia de poliomielitis que se extendió por el planeta en la década del cincuenta la noticia de que un médico danés tuvo la brillante idea de inventar el respirador artificial: al ver que los niños con polio morían por no poder respirar, se le ocurrió utilizar bolsas de aire para bombear oxígeno a los pulmones de los pequeños. Cuenta la historia que durante una semana todos los estudiantes y todas las enfermeras de la Facultad de Medicina de Copenhague (Dinamarca) bombearon manualmente aire en los pulmones de niños con polio. Finalmente, estudiantes y enfermeras pudieron descansar cuando el ingenioso médico decidió incorporar una bomba de aire a la bolsa de aire.

Como era de esperar, el invento fue aceptado por todos los hospitales del planeta. Es incontable la cantidad de personas que desde aquel entonces salvaron sus vidas gracias al respirador artificial: víctimas de accidentes, personas con sobredosis de drogas o diabéticos que habían caído en coma..., pero no todos los beneficiarios de esta nueva tecnología fueron pacientes que tan sólo necesitaban una asistencia respiratoria por un tiempo limitado. Como escribe el polémico filósofo y bioeticista australiano Peter Singer en su libro *Repensar la vida y la muerte* (Editorial Paidós, 1997), "a otros pacientes el respirador les aportó un beneficio mucho más dudoso: seguían vivos y sus corazones continuaban latiendo, pero estaban inconscientes y parecía que iban a seguir de este modo".

"¿Durante cuánto tiempo podía continuar esto? Con nuevas máquinas capaces de bombear aire a los pulmones indefinidamente, no parecía haber un límite. La utilización de respiradores en pacientes que habían perdido el conocimiento de forma irreversible se estaba convirtiendo en un problema para los jefes de unidades de cuidados intensivos. Empezaron a tener pesadillas con salas llenas de pacientes irreversiblemente inconscientes, en las que cada uno necesitaba no sólo un respirador y una cama, sino también una asistencia médica especializada."

Entonces otra noticia sacudió al mundo: en diciembre de 1967 el cirujano Christian Baarnard realizó el primer trasplante de corazón humano. Si bien Louis Washkansky, el paciente trasplantado murió a los ocho días de la intervención, al año ya se habían llevado a cabo más de cien trasplantes cardíacos. Según Singer, "el nuevo furor por los trasplantes de corazón proporcionó un nuevo impulso a los intentos de resolver el problema que se venía perfilando lentamente desde hacía más de una década: ¿cuándo es razonable dejar de tratar a una persona conectada a un respirador".

EL COMITE DE MUERTE CEREBRAL DE HARVARD

Poco antes de la operación de Baarnard, Henry Beecher, el presidente del comité de la Universidad de Harvard encargado de supervisar la ética de los ensayos clínicos, le escribió una carta a Robert Ebert, decano de la Facultad de Medicina de Harvard, en la que le contaba que tras conversar con el cirujano Joseph Murray –pionero en trasplantes de riñón del Hospital General de Massachusetts– se había convencido de que era necesario reconsiderar la definición de muerte. "Todos los grandes hospitales están repletos de pacientes que esperan donantes idóneos", argumentaba Beecher.

La respuesta del decano se demoró. Pero al mes de la noticia del primer trasplante de corazón, Ebert puso a Beecher al frente del "Comité Ad Hoc de la Facultad de Medicina de Harvard para examinar la definición de muerte cerebral", más conocido como el Comité de muerte cerebral de Harvard. Integrado por diez médicos, un historiador, un abogado y un teólogo, el comité deliberó con agilidad, para publicar en agosto de 1968 sus conclusiones en el prestigioso *Journal of the American Medical Association* (JAMA). "Nuestro principal objetivo es definir el coma reversible como un nuevo criterio de muerte." Hay dos razones por las que es necesaria una definición:

1. Los avances en los métodos de resucitación y mantenimiento de la vida han dado como resultados esfuerzos cada vez mayores por salvar a aquellos que sufren lesiones graves. A veces estos esfuerzos sólo tienen un éxito parcial y el resultado es un individuo cuyo corazón continúa latiendo, pero cuyo cerebro está irreversiblemente dañado. La carga que supone para los pacientes que sufren una pérdida permanente del intelecto, para su familia, para los hospitales y para aquellos que necesitan las camas hospitalarias que ocupan estos pacientes en coma es bastante grande.

2. Los criterios obsoletos para definir la muerte pueden causar controversia a la hora de conseguir órganos para trasplante. (Esto se desprende del JAMA.)

LOS ARGUMENTOS ORIGINALES

Las conclusiones del Comité de muerte cerebral de Harvard no eran sino un intento de respuesta a la necesidad de contar con criterios que permitieran resolver el dilema que planteaban los hospitales llenos de pacientes en estado de coma, cuyos respiradores artificiales no podían ser desconectados porque la ley los consideraba seres vivos, lo que también postergaba por un tiempo incierto la posibilidad de contar con órganos para trasplante que pudiesen salvar otras vidas.

Los borradores del informe final son aún más claros al respecto. En su primera versión, el punto número dos decía: "Un problema secundario, pero de ningún modo menos importante es que, al tener una experiencia, conocimiento y desarrollo cada vez mayores en el trasplante de órganos, hay una gran necesidad de tejidos y órganos de, entre otros, los pacientes cuyo cerebro se ha destruido sin esperanza para salvar a aquellos pacientes que se pueden salvar".

Tras leer el borrador, Ebert le escribió a Beecher: "La connotación de esta declaración es desafortunada, porque sugiere que deseas redefinir la muerte para hacer viable que se puedan conseguir con más facilidad órganos para aquellas personas que necesitan un trasplante... ¿No sería mejor exponer el problema e indicar que los obsoletos criterios para definir la muerte pueden provocar controversia a la hora de conseguir órganos para trasplantes".

Beecher aceptó el consejo. Más tarde, en un discurso pronunciado ante la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, diría: "De hecho, en la nueva definición hay un potencial de salvar vidas por lo que, cuando se acepte, habrá una mayor disponibilidad de órganos esenciales en condiciones viables para trasplantes y por tanto se salvarán innumerables vidas que ahora se pierden inevitablemente", y agregó: "Cualquier nivel que elijamos para denominar la muerte es una decisión arbitraria. Es necesario elegir un estado irreversible en el que el cerebro no funcione. Es mejor elegir un nivel donde, aunque el cerebro esté muerto, todavía esté presente la utilidad de otros órganos".

CAMBIO DE CRITERIOS

¿Cuáles eran los argumentos obsoletos que establecían con anterioridad los criterios de muerte? Según la conceptualización clásica de la muerte, los seres vivos poseen fluidos corporales vitales (sangre, savia, etc.), y es justamente el cese permanente del flujo de los fluidos corporales vitales lo que determina la muerte. Sin embargo, la definición tiene un defecto: es una definición circular. ¿Cómo saber entonces si un fluido corporal es vital? Al parecer, observando si el ser muere al cesar en forma permanente de fluir. ¿Cómo saber si el ser vivo ha muerto? Observando si los fluidos corporales han dejado de fluir.

Si bien el criterio de muerte cerebral que propuso el Comité de muerte cerebral de Harvard permite superar este vicio de circularidad, también presenta sus inconvenientes. Como explica Singer: "El coma irreversible como resultado de una lesión permanente no es de ningún modo lo mismo que muerte de todo el cerebro. La lesión permanente de las partes del cerebro responsables de la conciencia puede conducir a un estado que se conoce como estado vegetativo persistente. En estas personas, el tronco encefálico y el sistema nervioso central siguen funcionando, pero se ha perdido irreversiblemente el conocimiento".

¿Por qué el Comité se limitó a definir muerte a la ausencia total e irreversible de actividad cerebral (coma irreversible) y excluyó a casos como los estados vegetativos persistentes en los que está ausente la conciencia del individuo? Según Singer, "en ese momento no había una forma fiable de decir si un coma era irreversible, a menos que la lesión cerebral fuera tan grave que no hubiera ninguna actividad cerebral. Por otro lado, podría ser que las personas cuyo cerebro en su totalidad está muerto dejen de respirar después de que les retiran el respirador y así morirán pronto. Las personas en estado vegetativo persistente, por el contrario, pueden seguir respirando sin asistencia mecánica."

EVIDENCIAS CONTRADICTORIAS

En las últimas décadas los científicos han aportado distintas evidencias que contradicen algunas de las bases sobre las que se sustenta el criterio de muerte cerebral. En 1986, un grupo de investigadores japoneses (Japón es el único país desarrollado que no acepta el criterio de muerte cerebral) publicó en la prestigiosa revista *Neurosurgery* un trabajo en el que demuestra que –contra lo que se creía cuando se reunió el Comité de muerte cerebral de Harvard– es posible mediante ciertas técnicas prolongar la vida de aquellas personas cuyos cerebros han dejado de funcionar para siempre. A la fecha, diversos estudios han demostrado que es posible mantener las funciones corporales de pacientes con muerte cerebral por 201 días.

Por otro lado, en los últimos diez años los médicos han buscado métodos de tratar a los pacientes con muerte cerebral irreversible para que sus órganos (o a veces los embarazos) puedan ser conservados por algún tiempo. Incluso, han observado que en casos en que las pruebas habituales confirman la muerte cerebral, algunas funciones cerebrales continúan activas. "Ahora sabemos que los cerebros de muchos pacientes (que según las pruebas corrientes sufren muerte cerebral) siguen suministrando hormonas para regular las funciones corporales –escribe Singer–. Además, cuando los pacientes en estado de muerte cerebral están a cuerpo abierto, para extraérseles los órganos, puede aumentar su presión sanguínea y acelerarse el latido del corazón. Estas reacciones significan que el cerebro está desempeñando algunas de sus funciones, regulando las respuestas del cuerpo."

PREGUNTAS SIN RESPUESTAS

"Como resultado, la definición jurídica de muerte cerebral y la práctica actual de la medicina a la hora de declarar muertas a las personas en estado de muerte cerebral se han distanciado." Para Singer es posible que coincida la práctica actual de la medicina con la definición de muerte cerebral, aunque no es lo más conveniente: "Los médicos tendrían que hacer pruebas de todas las funciones cerebrales, incluidas las hormonales, antes de declarar a alguien muerto".

"Esto supondría que a algunas personas a las que ahora se declararía en estado de muerte cerebral, se las consideraría vivas y se las tendría que seguir manteniendo en un respirador, con un coste importante tanto desde el punto de vista económico como de sufrimiento de la familia." Esto también implicaría que durante el tiempo que se mantiene en un respirador a la persona con un estado de coma irreversible sus órganos se deteriorarían y muy probablemente ya no serían aptos para el trasplante.

"Así pues, hacer coincidir la práctica de la medicina actual con la definición de muerte no parece una buena idea. Sería mejor hacer coincidir la definición de muerte cerebral con la práctica médica actual –afirma Singer–. Pero una vez que abandonamos la idea de muerte cerebral como cese irreversible de todas las funciones del cerebro. ¿Qué vamos a poner en su lugar? ¿Qué funciones vamos a considerar que marcan la diferencia entre la vida y la muerte, y por qué?."

"Cualquier nivel que elijamos para denominar la muerte es una decisión arbitraria." Henry Beecher, presidente del Comité de muerte cerebral de Harvard, en un discurso ante la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia.

"Si optamos por señalar la muerte en algún momento anterior a que el cuerpo se enfríe y se ponga rígido, estamos haciendo un juicio ético." Peter Singer, en Repensar la vida y la muerte *(Editorial Paidós, 1997).*

NOVEDADES EN CIENCIA

INSECTOS QUE VUELAN ALTO

NewScientist ¿Hasta qué altura vuela una mosca, un mosquito o una abeja? De entrada, uno podría pensar que estos bichos no llegan muy alto, y que se conforman con vuelos lo suficientemente bajos como para molestarnos mientras comemos un asado al aire libre, o cuando tratamos de dormir. Lo cierto es que, hasta ahora, nadie se había tomado la molestia de estudiar seriamente este asunto, y sólo había algunas estimaciones. Y bien, hace poco, el entomólogo británico Jason Chapman (*Institute of Arable Crops Research*, en Hertfordshire, Inglaterra) reunió a un grupo de colegas y técnicos, y juntos se lanzaron buscar la respuesta. Durante varios días, Chapman y su equipo barrieron el cielo con un sofisticado radar, a la pesca de concentraciones de insectos voladores. Así descubrieron que, durante la noche, estos bichos vuelan bajito (decenas de metros, no más). Pero de día, la cosa es muy distinta: el radar de Chapman reveló la presencia de insectos hasta alturas cercanas a los mil metros. Y algo más: en general, su distribución era bastante pareja hasta los 700 metros (más arriba, disminuían considerablemente). Volar a cientos de metros de altura no es poca cosa, más teniendo en cuenta las escalas: una mosca, por ejemplo, mide apenas uno o dos centímetros. Este descubrimiento no sólo ha sorprendido a los biólogos, sino que, además, podría cambiar las actuales nociones sobre la migración de estos pequeños animales: es probable que, al volar muy alto, los insectos voladores aprovechen el impulso de vientos más fuertes que los cercanos a la superficie. Nada tontos.

¿EJERCICIO CONTRA LA DEPRESION?



SCIENTIFIC AMERICAN Al parecer, la actividad física moderada y relativamente regular también combatiría la depresión. Esto es lo que sugiere una reciente investigación realizada en Estados Unidos. El doctor James Blumenthal (Universidad de Duke) reunió a 150 personas mayores de cincuenta años con diagnóstico de depresión, los dividió en tres grupos y a cada uno de ellos los asignó un tratamiento. El primer grupo fue medicado con un antidepresivo (Zoloft); el segundo debió realizar una rutina de treinta minutos de bicicleta fija, tres veces por semana, y el tercero combinó ambas cosas (Zoloft y ejercicio). Los tres grupos mostraron notables mejorías: el ejercicio había ayudado a combatir la depresión en forma similar al antidepresivo. Pero lo más llamativo fue que el grupo que sólo había pedaleado mostró niveles de recaída notablemente menores que los otros dos. Al margen de todo esto, llama la atención que los pacientes que realizaron el tratamiento combinado no hayan mejorado –a mediano plazo– en la misma medida. Se sospechan que ese grupo atribuyó su mejora sólo al medicamento, disminuyendo los beneficios psicológicos provocados por el esfuerzo del ejercicio.

la y la muerte



tos esfuerzos sólo tienen un éxito parcial y el resultado es un individuo cuyo corazón continúa latiendo, pero cuyo cerebro está irreversiblemente dañado. La carga que supone para los pacientes que sufren una pérdida permanente del intelecto, para su familia, para los hospitales y para aquellos que necesitan las camas hospitalarias que ocupan estos pacientes en coma es bastante grande.

2. Los criterios obsoletos para definir la muerte pueden causar controversia a la hora de conseguir órganos para trasplante. (Esto se desprende del JAMA.)

LOS ARGUMENTOS ORIGINALES

Las conclusiones del Comité de muerte cerebral de Harvard no eran sino un intento de respuesta a la necesidad de contar con criterios que permitieran resolver el dilema que planteaban los hospitales llenos de pacientes en estado de coma, cuyos respiradores artificiales no podían ser desconectados porque la ley los consideraba seres vivos, lo que también postergaba por un tiempo incierto la posibilidad de contar con órganos para trasplante que pudiesen salvar otras vidas.

Los borradores del informe final son aún más claros al respecto. En su primera versión, el punto número dos decía: "Un problema secundario, pero de ningún modo menos importante es que, al tener una experiencia, conocimiento y desarrollo cada vez mayores en el trasplante de órganos, hay una gran necesidad de tejidos y órganos de, entre otros, los pacientes cuyo cerebro se ha destruido sin esperanza para salvar a aquellos pacientes que se pueden salvar".

Tras leer el borrador, Ebert le escribió a Becher: "La connotación de esta declaración es desafortunada, porque sugiere que deseas redefinir la muerte para hacer viable que se puedan conseguir con más facilidad órganos para aquellas personas que necesitan un trasplante... ¿No sería mejor exponer el problema e indicar que los obsoletos criterios para definir la muerte pueden provocar controversia a la hora de conseguir órganos para trasplantes".

Beecher aceptó el consejo. Más tarde, en un discurso pronunciado ante la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, diría: "De hecho, en la nueva definición hay un potencial de salvar vidas por lo que, cuando se acepte, habrá una mayor disponibilidad de órganos esenciales en condiciones viables para trasplantes y por tanto se salvarán innumerables vidas que ahora se pierden inevitablemente", y agregó: "Cualquier nivel que elijamos para denominar la muerte es una decisión arbitraria. Es necesario elegir un estado irreversible en el que el cerebro no funcione. Es mejor elegir un nivel donde, aunque el cerebro esté muerto, todavía esté presente la utilidad de otros órganos".

CAMBIO DE CRITERIOS

¿Cuáles eran los argumentos obsoletos que establecían con anterioridad los criterios de muerte? Según la conceptualización clásica de la muerte, los seres vivos poseen fluidos corporales vitales (sangre, savia, etc.), y es justamente el cese permanente del flujo de los fluidos corporales vitales lo que determina la muerte. Sin embargo, la definición tiene un defecto: es una definición circular. ¿Cómo saber entonces si un fluido corporal es vital? Al parecer, observando si el ser muere al cesar en forma permanente de fluir. ¿Cómo saber si el ser vivo ha muerto? Observando si los fluidos corporales han dejado de fluir.

Si bien el criterio de muerte cerebral que propuso el Comité de muerte cerebral de Harvard permite superar este vicio de circularidad, también presenta sus inconvenientes. Como explica Singer: "El coma irreversible como resultado de una lesión permanente no es de ningún modo lo mismo que muerte de todo el cerebro. La lesión permanente de las partes del cerebro responsables de la conciencia puede conducir a un estado que se conoce como estado vegetativo persistente. En estas personas, el tronco encefálico y el sistema nervioso central siguen funcionando, pero se ha perdido irreversiblemente el conocimiento".

¿Por qué el Comité se limitó a definir muerte a la ausencia total e irreversible de actividad cerebral (coma irreversible) y excluyó a casos como los estados vegetativos persistentes en los que está ausente la conciencia del individuo? Según Singer, "en ese momento no había una forma fiable de decir si un coma era irreversible, a menos que la lesión cerebral fuera tan grave que no hubiera ninguna actividad cerebral. Por otro lado, podría ser que las personas cuyo cerebro en su totalidad está muerto dejen de respirar después de que les retiran el respirador y así morirán pronto. Las personas en estado vegetativo persistente, por el contrario, pueden seguir respirando sin asistencia mecánica."

EVIDENCIAS CONTRADICTORIAS

En las últimas décadas los científicos han aportado distintas evidencias que contradicen algunas de las bases sobre las que se sustenta el criterio de muerte cerebral. En 1986, un grupo de investigadores japoneses (Japón es el único país desarrollado que no acepta el criterio de muerte cerebral) publicó en la prestigiosa revista *Neurosurgery* un trabajo en el que demuestra que –contra lo que se creía cuando se reunió el Comité de muerte cerebral de Harvard– es posible mediante ciertas técnicas prolongar la vida de aquellas personas cuyos cerebros han dejado de funcionar para siempre. A la fecha, diversos estudios han demostrado que es posible mantener las funciones corporales de pacientes con muerte cerebral por 201 días.

Por otro lado, en los últimos diez años los médicos han buscado métodos de tratar a los pacientes con muerte cerebral irreversible para que sus órganos (o a veces los embarazos) puedan ser conservados por algún tiempo. Incluso, han observado que en casos en que las pruebas habituales confirman la muerte cerebral, algunas funciones cerebrales continúan activas. "Ahora sabemos que los cerebros de muchos pacientes (que según las pruebas corrientes sufren muerte cerebral) siguen suministrando hormonas para regular las funciones corporales –escribe Singer–. Además, cuando los pacientes en estado de muerte cerebral están a cuerpo abierto, para extraérseles los órganos, puede aumentar su presión sanguínea y acelerarse el latido del corazón. Estas reacciones significan que el cerebro está desempeñando algunas de sus funciones, regulando las respuestas del cuerpo."

PREGUNTAS SIN RESPUESTAS

"Como resultado, la definición jurídica de muerte cerebral y la práctica actual de la medicina a la hora de declarar muertas a las personas en estado de muerte cerebral se han distanciado." Para Singer es posible que coincida la práctica actual de la medicina con la definición de muerte cerebral, aunque no es lo más conveniente: "Los médicos tendrían que hacer pruebas de todas las funciones cerebrales, incluidas las hormonales, antes de declarar a alguien muerto".

"Esto supondría que a algunas personas a las que ahora se declararía en estado de muerte cerebral, se las consideraría vivas y se las tendría que seguir manteniendo en un respirador, con un coste importante tanto desde el punto de vista económico como de sufrimiento de la familia." Esto también implicaría que durante el tiempo que se mantiene en un respirador a la persona con un estado de coma irreversible sus órganos se deteriorarían y muy probablemente ya no serían aptos para el trasplante.

"Así pues, hacer coincidir la práctica de la medicina actual con la definición de muerte no parece una buena idea. Sería mejor hacer coincidir la definición de muerte cerebral con la práctica médica actual –afirma Singer–. Pero una vez que abandonamos la idea de muerte cerebral como cese irreversible de todas las funciones del cerebro. ¿Qué vamos a poner en su lugar? ¿Qué funciones vamos a considerar que marcan la diferencia entre la vida y la muerte, y por qué?."

"Si optamos por señalar la muerte en algún momento anterior a que el cuerpo se enfríe y se ponga rígido, estamos haciendo un juicio ético." Peter Singer, en Repensar la vida y la muerte *(Editorial Paidós, 1997).*

NOVEDADES EN CIENCIA

INSECTOS QUE VUELAN ALTO

NewScientist ¿Hasta qué altura vuela una mosca, un mosquito o una abeja? De entrada, uno podría pensar que estos bichos no llegan muy alto, y que se conforman con vuelos lo suficientemente bajos como para molestarnos mientras comemos un asado al aire libre, o cuando tratamos de dormir. Lo cierto es que, hasta ahora, nadie se había tomado la molestia de estudiar seriamente este asunto, y sólo había algunas estimaciones. Y bien, hace poco, el entomólogo británico Jason Chapman (*Institute of Arable Crops Research*, en Hertfordshire, Inglaterra) reunió a un grupo de colegas y técnicos, y juntos se lanzaron buscar la respuesta. Durante varios días, Chapman y su equipo barrieron el cielo con un sofisticado radar, a la pesca de concentraciones de insectos voladores. Así descubrieron que, durante la noche, estos bichos vuelan bajito (decenas de metros, no más). Pero de día, la cosa es muy distinta: el radar de Chapman reveló la presencia de insectos hasta alturas cercanas a los mil metros. Y algo más: en general, su distribución era bastante pareja hasta los 700 metros (más arriba, disminuían considerablemente). Volar a cientos de metros de altura no es poca cosa, más teniendo en cuenta las escalas: una mosca, por ejemplo, mide apenas uno o dos centímetros. Este descubrimiento no sólo ha sorprendido a los biólogos, sino que, además, podría cambiar las actuales nociones sobre la migración de estos pequeños animales: es probable que, al volar muy alto, los insectos voladores aprovechen el impulso de vientos más fuertes que los cercanos a la superficie. Nada tontos.

¿EJERCICIO CONTRA LA DEPRESION?



SCIENTIFIC AMERICAN Al parecer, la actividad física moderada y relativamente regular también combatiría la depresión. Esto es lo que sugiere una reciente investigación realizada en Estados Unidos. El doctor James Blumenthal (Universidad de Duke) reunió a 150 personas mayores de cincuenta años con diagnóstico de depresión, los dividió en tres grupos y a cada uno de ellos los asignó un tratamiento. El primer grupo fue medicado con un antidepresivo (Zoloft); el segundo debió realizar una rutina de treinta minutos de bicicleta fija, tres veces por semana, y el tercero combinó ambas cosas (Zoloft y ejercicio). Los tres grupos mostraron notables mejorías: el ejercicio había ayudado a combatir la depresión en forma similar al antidepresivo. Pero lo más llamativo fue que el grupo que sólo había pedaleado mostró niveles de recaída notablemente menores que los otros dos. Al margen de todo esto, llama la atención que los pacientes que realizaron el tratamiento combinado no hayan mejorado –a mediano plazo– en la misma medida. Se sospechan que ese grupo atribuyó su mejora sólo al medicamento, disminuyendo los beneficios psicológicos provocados por el esfuerzo del ejercicio.

LIBROS Y PUBLICACIONES

CIENCIA HOY
Volumen 10, número 59
Octubre/noviembre 2000



El último número de la prestigiosa revista argentina de divulgación científica *Ciencia Hoy* presenta, como artículo de tapa, un informe sobre el comportamiento reproductivo del lobo marino sudamericano y acerca de cómo las variaciones ecológicas influyen en las estrategias de reproducción. Por otro lado, en este número, se reproduce una nota publicada en mayo en la revista *Ciência Hoje*, aparecida también en *Nature*, en la cual se da cuenta del secuenciamiento completo del genoma de la bacteria *Xylella fastidiosa*, que afecta a los cítricos, por parte de científicos brasileños. Brasil, productor de la mitad del concentrado de jugo de naranja del mundo, se convierte con este descubrimiento sin precedentes en pionero dentro de los países del Tercer Mundo, invitando a reflexionar sobre el papel de la ciencia en el desarrollo nacional y sus enormes consecuencias económicas. Es en este sentido que, oportunamente, *Ciencia Hoy*, abre con un editorial sobre el rumbo de la ciencia en la Argentina. De alguna manera, también en sintonía, "La vaca ñata" es un informe sobre deformaciones genéticas en bovinos, que ya habían sido advertidas por Darwin y que siguen todavía hoy sin una explicación definitiva. Además: técnicas de reproducción de grabados rupestres, magnetización y mecánica cuántica, Pasteur y la "generación espontánea", humor y toda la información científica. **F.M.**

AGENDA CIENTIFICA

JORNADAS DE ASTRONOMIA AMATEUR EN EL PLANETARIO
El viernes 27 de octubre a las 19 se iniciarán las *VI Jornadas de Astronomía Amateur*, con una función en el Planetario Galileo Galilei de la Ciudad de Buenos Aires. El evento continuará al día siguiente, en Pilar del Este (Gran Buenos Aires). Durante la tarde, habrá varias charlas a cargo de expertos (entre ellas, *Búsqueda de vida extraterrestre* y *Objetos Extragalácticos*); y luego de la cena, una noche completa de observaciones al aire libre con varios telescopios: planetas, estrellas dobles, nebulosas y galaxias. Informes e inscripción: 4312-7411 / 4311-8352. Av. F. Alcorta y Av. Sarmiento, Capital.

LA CHARLA DE LOS VIERNES
El próximo 27 Adrián Paenza –profesor titular del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA– junto a sus alumnos estará a cargo de la charla de los viernes, en este caso sobre *El número de oro* (La belleza de la matemática y la mano de la princesa y La sucesión de Fibonacci y su relación con la divina proporción). Comenzará a las 18, en el aula 6 del Pabellón 2 de Ciudad Universitaria.

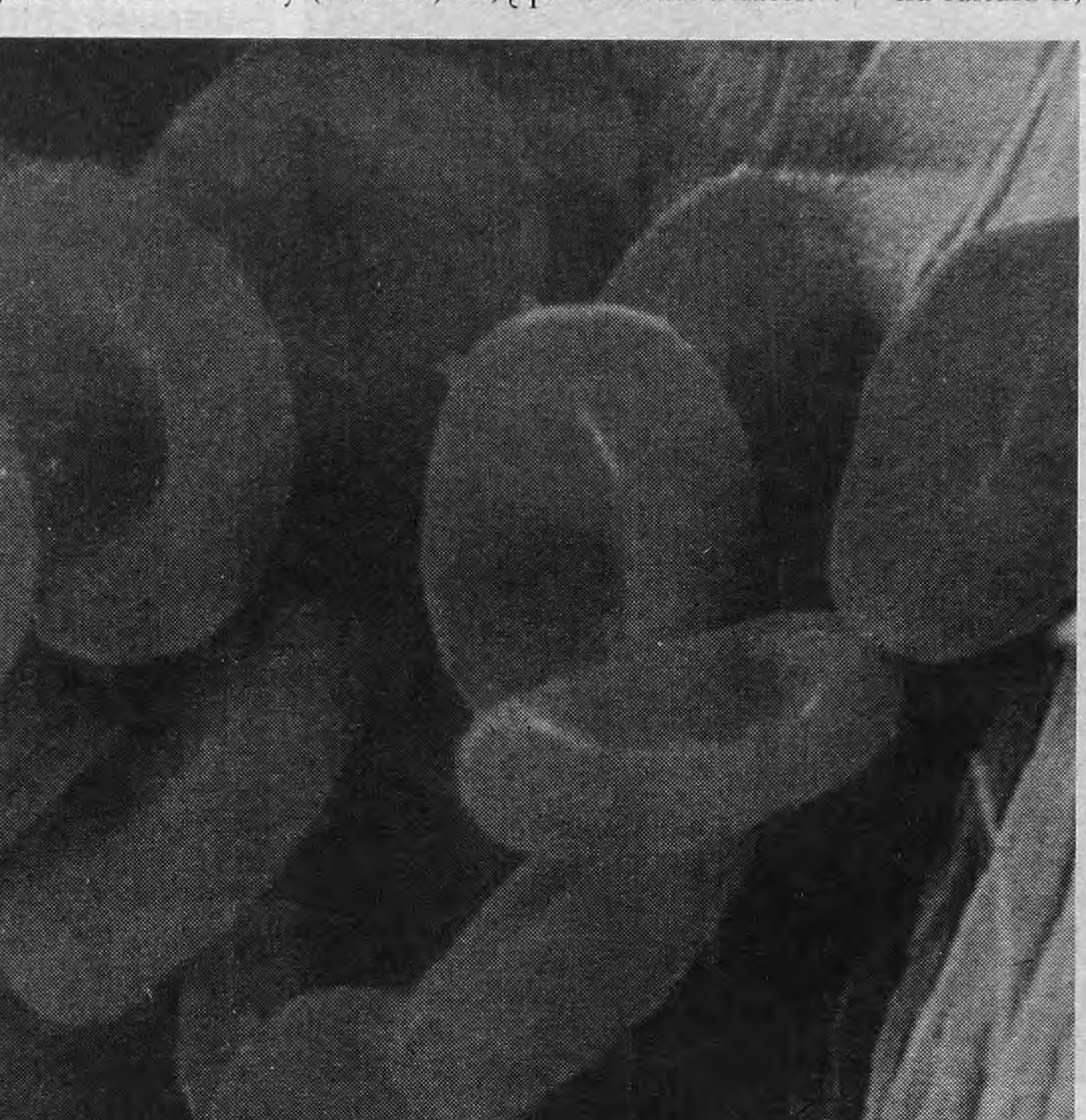
SEMANA NACIONAL DEL RIÑON
La Sociedad Argentina de Nefrología organizó entre el 16 y el 22 de octubre la *Primera Semana Nacional del Riñón*, cuyas actividades preceden al Congreso Nacional de Nefrología que se realizará en Buenos Aires del 25 al 28 de octubre. El objetivo es promover la salud renal y realizar actividades de prevención de este tipo de enfermedade. Informes: 4961-4437/4963-7123.

EN DEFENSA DE LA TERAPIA GENICA Y CONTRA EL DETERMINISMO GENETICO

Ciencia y fatalismo

POR SALVADOR REGUANT*

Nancy J. Rothwell advertía recientemente en la revista *Nature* sobre la necesidad de comunicar la ciencia no en forma de afirmaciones de hechos, ya que este sistema no resultaba en una comprensión mínima de lo que descubre la ciencia y de lo que es la misma ciencia. El subtítulo de su trabajo era bien explícito: *El apetito de los humanos por la ciencia no debe ser despertado con una dieta de sólo hechos.* Hay que buscar una forma de comunicación que permita entender los resultados de la ciencia en el contexto de la actividad científica humana y de toda la actividad humana.



Estas consideraciones me han parecido de particular interés una vez que el descubrimiento del genoma humano ha ocupado las mejores páginas de los periódicos. Tengo la impresión de que si recibimos informaciones desnudas sobre estas cuestiones, sin un criterio ecuánime y una ponderación de su significado, vamos a caer fácilmente en formas de fatalismo. Me temo mucho que si algún aspecto de la persona puede atribuirse a los genes, es decir, es algo somático, una reacción frecuente será "a mí me ha tocado esto, ¿qué le vamos a hacer?".

SUPERAR EL FATALISMO

Cuando este dato se refiere a las enfermedades hay una cierta esperanza de rebasar el puro fatalismo, ya que se habla con frecuencia de terapias génicas, es decir, de terapias que pretenden modificar los aspectos perjudiciales de determinadas características genéticas. Más difícil me parece y, en ciertos aspectos, más abocado a un fatalismo pernicioso e inadecuado es todo lo que se refiere a aquellos factores genéticos que se manifiestan en términos de actuaciones humanas, de tendencias en el temperamento, de características del carácter, individual y colectivo. "Soy (o somos) así, ¿qué le vamos a hacer?".

La educación se basaba, y se basa aún mayormente, en el supuesto de que nuestras acciones, nuestras tendencias de comportamiento, nuestros modos de reaccionar y actuar, eran fruto solamente de la cultura, entendida la palabra cultura como algo que escapa a los elementos somáticos de las personas. Por ello, todo lo que es "natural", es decir, no cultural, es algo prácticamente que no se puede modificar. Esta actitud forma parte de la llamada falacia naturalista que afirma que los dictados de la naturaleza no pueden ser modificados.

MODIFICAR LA "NATURALEZA"

Estamos llegando a un punto en que esta opinión ha de pasar a ser inadecuada. Nuestra cultura es, también, fruto de nuestro código genético. Es particularmente importante reflexionar sobre ello. Si aceptamos el fatalismo al que nos llevaría la afirmación de que lo natural no se puede alterar, llegaríamos a posturas tan peligrosas como falsas, tales como el racismo o la aceptación de que no vale la pena gastar dinero en pretender cambiar la manera de ser de un individuo o de una comunidad. Algo de esto parece que quieren hacer las compañías de seguros a la hora de contratar sus servicios, referidos a las condiciones de salud de sus asegurados. Existe una terapia génica y debe existir una educación que –no cerrando los ojos al hecho real de la importancia de los componentes genéticos en los propios aspectos de la cultura y comportamiento de individuos y grupos humanos– permita plantear la cuestión esencial de la educación, es decir, la modificación de aspectos de la personalidad. Quizá podríamos enterrar a Rousseau y tendríamos perspectivas mejores en educación.

** Salvador Reguant es catedrático emérito de Geología de la Universidad de Barcelona, España (*El País *de Madrid para* **Futuro**).

FINAL DE JUEGO / CARTAS DE LECTORES

POR LEONARDO MOLEDO

En la anterior entrega de "Final de Juego", donde se comentan cartas de lectores, incluyendo una de Rudy, se divaga un poco sobre las antigüedades y la expansión del Universo, y se plantea el enigma de Natalia, Lina y Vera, se deslizó un error involuntario (al tipear fue cambiada la palabra "producto" por "suma", lo que tornaba irresoluble el enigma). Los lectores protestaron, y con razón, dado que se les planteó un enigma insoluble, y que ya había habido errores encadenados durante las últimas semanas. A continuación, repetimos los últimos párrafos de "Final de Juego" del sábado anterior, con el error corregido y pedimos disculpas.

"–Me parece bien –dijo el Comisario Inspector– propongamos el enigma de las hijas de mi amigo Pablo: Natalia, Lina y Vera.

–Es así –dijo el Comisario Inspector–. Smullyan tiene que averiguar las edades de Natalia, Lina y Vera. La única información que le doy es que el *producto* de sus edades es treinta y seis años.

–Eso no me dice qué edad tienen –dijo Smullyan.

–Bueno, casualmente, la suma de sus edades, multiplicada por cuatro, equivale a la edad de usted mismo, mi querido Smullyan.

Smullyan pensó un momento. –Aún no tengo suficiente información –dijo al fin.

–Bueno, si le sirve, puedo decirle que Natalia les lleva más de un año a sus hermanas.

–Ah –dijo Smullyan–. ¡Ahora sí sé qué edad tienen!"

En el primer caso, la palabra producto es la correcta (y no suma, como apareció en el número anterior. La otra aparición de la palabra suma sí es correcta.

Y pedimos disculpas nuevamente.

Entre todas las cartas de protesta, recibimos una que se refiere a otro aspecto de "Final de Juego" del sábado pasado: el tema de la expansión del Universo. En cierto modo, fue un alivio para nosotros una carta que no nos recuerde el error.

Amigos de Futuro:

Con respecto a la cuestión de establecer si el Universo "se expande para siempre" o "se expande y se contrae", tengamos en cuenta como punto de partida la infinitud del tiempo, es decir, su cualidad de interminable tanto si contamos hacia adelante como si contamos hacia atrás. Por más infinitamente lejos que esté en la sucesión futura un instante cualquiera, siempre podremos añadirle otro subsiguiente. Y en cuanto a la sucesión de instantes pasados, siempre podremos ir más atrás añadiéndole un instante precedente.

Teniendo esto en cuenta, el paradigma de que el Universo "se expande para siempre" implica considerar al Big Bang que dio origen a su actual estado como algo único e irrepetible, precedido por una concentración máxima que se mantuvo estable durante todo un pasado infinito y seguido por una dispersión que tampoco habrá de tener fin en ningún tiempo futuro, lo cual supone una extensión espacial también infinita. Pero cuando además se pretende que todo se encamina hacia una extinción térmica, este esquema resulta básicamente contradictorio. Porque como hasta ahora ha transcurrido un tiempo infinito, si el estado de extinción térmica fuera posible ya tendría que haberse alcanzado y no hubieran existido así las condiciones para que el Big Bang se produjera, unos quince mil millones de años atrás.

En cambio, el paradigma de un Universo finito que eternamente se expande y se contrae, donde la energía total con sus posibles combinaciones –para nosotros inmensas y prácticamente incalculables– no son infinitas sino limitadas y donde el espacio no es euclidiano sino de curvatura positiva uniforme, no encierra deficiencias y contradicciones como las anteriormente señaladas y se ha venido consolidando con los avances científicos de las últimas décadas.

Un cordial saludo

Alberto De Renzis
Matheu 1705 Capital Federal